



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 41 05 995.6
22 Anmeldetag: 26. 2. 91
43 Offenlegungstag: 27. 8. 92

DE 41 05 995 A 1

71 Anmelder:
Wilhelm Vogel GmbH, 7446 Oberboihingen, DE

74 Vertreter:
Andrae, S., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8000 München;
Flach, D., Dipl.-Phys., 8200 Rosenheim; Haug, D.,
Dipl.-Ing., 7320 Göppingen; Kneißl, R., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

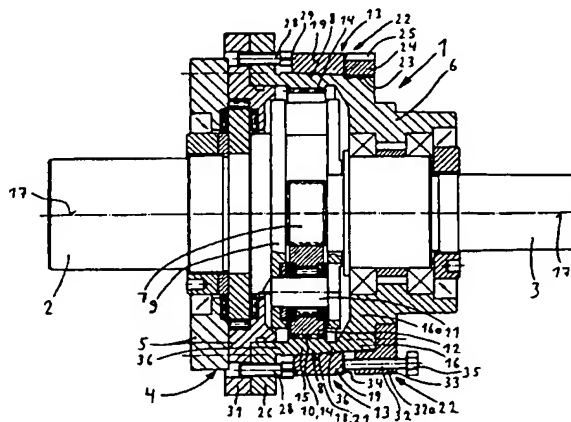
72 Erfinder:
Uhlmann, Alfred, 7446 Oberboihingen, DE

BEST AVAILABLE COPY

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Zahnradgetriebe

- 57 Ein Zahnradgetriebe mit Außenverzahnung oder Außenverzahnung und Innenverzahnung ist so auszugestalten, daß das Zahnspeil auch bei achsparalleler Außenverzahnung und/oder Innenverzahnung möglich ist. Dies wird dadurch erreicht, daß wenigstens eines (8) der beiden Zahnräder (8, 12) einen Zahnkranz (15) aufweist, der durch eine Spreiz- oder Kontraktionsvorrichtung (13) radial auswärts oder radial einwärts spreizbar oder kontraktierbar ist.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Zahnradgetriebe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, 2 bzw. 3.

Bei einem Zahnradgetriebe sollen die in Eingriff miteinander stehenden Zähne der Zahnräder mit einem möglichst geringen Bewegungsspiel ineinandergreifen. Dies gilt insbesondere bei Zahnradgetrieben für solche Einsatzzwecke, bei denen bestimmte Bewegungstrecken übertragen werden oder bei denen die An- und Abtriebsbauteile ihre Drehzahlen schnell und stark verändern und/oder ihre Drehrichtung häufig umkehren müssen, wie es beispielsweise in der Antreibungs-technik, insbesondere bei Industrierobotern der Fall ist. Bei solchen Präzisionsgeräten soll das Abtriebsbauteil die vorgegebene Wegstrecke nicht nur genau übertragen, sondern auch möglichst verzögerungsfrei die erforderliche neue Drehzahl oder Drehrichtung annehmen. Da aber die Abmessungen von Zahnrädern und ihre gegenseitigen Abstände innerhalb des Getriebes aus zahnrad- bzw. getriebefertigungstechnischen Gründen innerhalb von Toleranzbereichen schwanken können, läßt sich ein möglichst geringes Spiel allein durch die Herstellungstechnik mit einem vertretbaren Kostenaufwand nicht erreichen. Man ist deshalb dazu übergegangen, Zahnradgetriebe der vorliegenden Art so auszugestalten, daß das Bewegungsspiel nachträglich verringert werden kann. Bei Zahnradgetrieben mit winklig zueinander stehenden Achsen, wie es bei Kegelradgetrieben der Fall ist, arbeitet man zu diesem Zweck mit unterschiedlichen Paßelementen, insbesondere Paßscheiben. Diese Maßnahme ist im Hinblick auf die Einzelteilfertigung und Montage sehr aufwendig, und außerdem vergrößert sich mit der Zunahme der Anzahl der Einzelteile aufgrund ihrer Toleranzen die Schwierigkeit, ein möglichst geringes Bewegungsspiel zu erreichen.

Bei einer in der DE-OS 37 34 462 beschriebenen Einrichtung zum Einstellen des Bewegungsspiels zwischen zwei Stirnrädern ist ein eines der beiden Stirnräder tragender Verstellbolzen vorgesehen, der aufgrund eines Schraubgewindes axial verstellbar ist. Diese bekannte Ausgestaltung hat sich als brauchbar und vorteilhaft erwiesen, weil mit ihr das angestrebte Ziel tatsächlich erreicht werden kann. Allerdings ist diese bekannte Lösung auf solche Zahnradgetriebe beschränkt, bei denen die Verzahnungen der Stirnräder entgegengesetzt konisch geformt sind. Diese Bedingung ist bei der bekannten Lösung erforderlich, damit die Verzahnungen der beiden Stirnräder sich bei einer axialen Verstellung des einen Stirnrades einander nähern können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Zahnradgetriebe der gattungsgemäßen Arten so auszugestalten, daß das Spiel auch bei Zahnrädern mit achsparallelen Verzahnungen eingestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 2 bzw. 3 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Bei den erfindungsgemäßen Zahnradgetrieben werden der eine Zahnkranz oder beide der miteinander kämmenden Zahnkränze radial vorzugsweise elastisch verformt, um dadurch den Eingriff zwischen der Verzahnung spielarm zu machen. Dies erfolgt bei einem Zahnkranz mit Außenverzahnung durch eine im Zahnkranz angeordnete Spreizvorrichtung und bei einem Zahnkranz mit Innenverzahnung durch eine auf dem Zahnkranz angeordnete Kontraktionsvorrichtung. Die jeweilige Radialkraft kann durch verschiedene Mittel, z. B. mechanische oder hydraulische Mittel, aufgebracht

2
werden. Wesentlich ist, daß Radialkräfte aufgebracht werden, die den jeweiligen Zahnkranz gleichmäßig verformen, nämlich dehnen bzw. zusammenziehen, so daß die Spieleinstellung auf dem gesamten Umfang gleichmäßig ist.

Der erfindungsgemäße Lösungsgedanke eignet sich sehr gut für solche Zahnradgetriebe, bei denen ein Zahnrad mit mehreren anderen Zahnrädern kämmt, wie es bei einem Zahnrad-Planetengetriebe mit einem Hohlrad und vorzugsweise mehreren Planetenrädern der Fall ist. Durch die erfindungsgemäße Spreizung oder Kontraktion des Zahnkranzes des Sonnen- bzw. Hohlrades läßt sich das Spiel für alle Zahnräder gleichzeitig einstellen. Insbesondere dann, wenn allen Zahnrädern eine erfindungsgemäße Spieleinstelleinrichtung zugeordnet ist, läßt sich das Spiel an jedem Zahnradpaar individuell einstellen.

Die erfindungsgemäßen Lösungen ermöglichen eine Spieleinstellung unabhängig von der Außenform der Zahnräder. Die Verzahnung kann konisch, geradverzahnt, schrägverzahnt oder auch pfeilverzahnt sein. Die Zahnräder können auch im Sinne eines Schraubgetriebes miteinander in Antriebsverbindung stehen. Dabei lassen sich die Verzahnungen als Zykloidenverzahnung, Kreisbogenverzahnung oder Evolventenverzahnung ausführen.

Die in den Unteransprüchen enthaltenen Merkmale tragen dazu bei, die Bauweise zu vereinfachen und/oder zu verringern, die Verformbarkeit des jeweiligen Zahnkranzes zu verbessern und/oder die Einstellung der erfindungsgemäßen Spreiz- und/oder Kontraktionsvorrichtung zu verbessern und/oder zu erleichtern.

Als Mittel zur Verformung des jeweiligen Zahnkranzes eignet sich vorzugsweise ein Keilring, mit dem sich große radiale Kräfte zum Verformen des Zahnkranzes erzeugen lassen. Dabei sollte vorzugsweise eine selbsthemmende Konizität zum Einsatz kommen, um die Feststellvorrichtung für den Keilring zu entlasten. Ein vorteilhafter Neigungswinkel der Konizität liegt zwischen etwa 3 bis 10°, vorzugsweise bei etwa 6°.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt ein erfindungsgemäßes Stirnrad-Planetengetriebe im axialen Schnitt.

Die Hauptteile des Planetengetriebes 1 sind eine Antriebswelle 2 und eine Abtriebswelle 3, die koaxial zueinander in einem vorzugsweise radial geteilten Getriebegehäuse 4 mit einem Getriebegehäuseteil 5 und einem Getriebegehäuseteil 6 einander koaxial gegenüberliegend gelagert sind, ein der Antriebs- oder Abtriebswelle 2, 3 zugeordnetes Sonnenrad 7, ein in dem einen Getriebegehäuseteil 6 angeordnetes Hohlrad 8, ein Planetenradträger 9, der der dem Sonnenrad 7 gegenüberliegenden Welle 3 zugeordnet ist und auf einem Teilkreis verteilt mehrere Lagerzapfen 11 aufweist, auf denen Planetenräder 12 frei drehbar gelagert sind, die sowohl mit dem Sonnenrad 7 als auch mit dem Hohlrad 8 kämmen, und eine Vorrichtung 13 zum Einstellen und Minimieren des Laufspiels zwischen dem Hohlrad 8 und den Planetenrädern 12.

Die Antriebswelle 2 und die Abtriebswelle 3 sind axial unverschiebbar in den zugeordneten Getriebegehäuseteilen 5, 6 drehbar gelagert. Hierzu dienen geeignete Bauteile. Die Außenflächen des Sonnenrads 7 und der Planetenräder 12 und die Innenfläche des Hohlrades 8 sind achsparallel. Die Außenverzahnung 10 der vorzugsweise als Stirnräder ausgestalteten Zahnräder ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Geradver-

zahnung.

Das Hohlrad 8 ist mit seiner Innenverzahnung 14 an einem Zahnkranz 15 ausgebildet, der in die Umfangswand 16 des einen topfförmigen Getriebegehäuseteils 6 vorzugsweise einteilig integriert ist, wobei die Innenverzahnung 14 an der Innenfläche der Umfangswand 16 angeordnet ist. Das topfförmige Getriebegehäuseteil 6 lagert die den Planetenradträger 9 tragende Welle 3. Die bezüglich der gemeinsamen Mittelachse 17 der Wellen 2, 3 koaxiale Mantelfläche des Zahnkranzes 15 ist eine Außenkonusfläche 18, die vorzugsweise zur Abtriebswelle 3 hin konvergiert. Die Konusfläche kann sich über den gesamten Abschnitt der Umfangswand 16 erstrecken, die von einer Radialwand 16a ausgeht. Auf der Außenkonusfläche 18 sitzt im Bereich des Zahnkranzes 15 ein axial verschiebbarer Spannring 19 in Form eines Keilrings mit einer der Außenkonusfläche 18 entgegengesetzt ausgebildeten Innenkonusfläche 21.

Die Zeichnung zeigt zwei Ausführungsbeispiele für eine Verstellvorrichtung 22 für den Spannring 19. In der oberen Hälfte der Zeichnungsfigur ist auf der konvergenten Seite der Außenkonusfläche 18 an der Mantelfläche der Umfangswand 16 ein Außengewindeabschnitt 23 ausgebildet, auf dem eine Verstellmutter 24 mit Werkzeugsangriffselementen, insbesondere Längsnuten 25, aufgeschraubt ist. Sie ist zur divergenten Seite der Außenkonusfläche 18 hin gegen den Spannring 19 schraubbar, wodurch dieser aufgrund der Konizität gegen die Außenkonusfläche 18 gespannt wird. Hierdurch läßt sich der Zahnkranz 15 radial zusammenziehen, wobei er sich vorzugsweise elastisch verformt. Diese Verformung ist aufgrund der kreisrunden Ringform der Konusflächen 18, 21 gleichmäßig. Mit zunehmender Verschiebung des Spannrings 19 nach links wird die Kontraktion des Zahnkranzes 15 vergrößert und das Spiel zwischen letzterem und den Planetenrädern 12 verringert. Die radiale Verformung des Zahnkranzes 15 spielt sich in einem sehr kleinen Bereich ab, z. B. im Bereich von ein paar tausendstel Millimetern bis einigen zehntel Millimetern. Insoweit können Planetenräder 12 und das hohle Rad 8 entsprechend genau vorgefertigt werden. Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, den Zahnkranz 15 soweit zu verformen bzw. zusammenzuziehen, daß das Hohlrad 8 und die Planetenräder 12 spielfrei kämmen. In der Regel wird jedoch ein minimales Bewegungsspiel belassen.

Zum Zurückschieben des Spannrings 19 dienen Druckschrauben 28, die einen Flansch 26 am freien Rand des Getriebegehäuseteils 6 auf einem Teilkreis in Gewindelöchern durchfassen und gegen die Frontseite 29 des Spannrings 19 schraubbar sind und auch ein Widerlager für den Spannring 19 bilden können. Bei der vorliegenden Ausgestaltung ist der Flansch 26 der Befestigungsflansch des Getriebegehäuseteils 6, mit dem es gegen einen Gegenflansch 31 des anderen Getriebegehäuseteils 5 verschraubt ist. Zur Erweiterung des Verstellbereichs können die Druckschrauben 28 den Gegenflansch 31 in Durchgangslöchern ebenfalls durchfassen. Bei der vorliegenden Ausgestaltung weisen die Druckschrauben 28 jeweils an ihrem dem Spannring 19 zugewandten Seite einen mehrreckigen Kopf mit Werkzeugangriffsflächen auf.

Wie in der Zeichnungsfigur unten dargestellt, kann die Verstellvorrichtung 22 auch durch mehrere Verstell-schrauben 32 gebildet sein, die auf einem Teilkreis verteilt angeordnet einen rückseitigen Anschraubflansch 33 in achsparallelen Gewindelöchern 33a durchfassen und gegen die Rückfläche 34 des Spannrings 19 schraubbar

sind. Die Verstell-schrauben 32 weisen vorzugsweise an ihren rückwärtigen Enden einen vorzugsweise mehrre-
kigen Schraubenkopf 35 mit Werkzeugangriffsflächen auf.

Es ist ein wesentlicher Vorteil der Spieleinstell-Vorrichtung 13 bzw. der Verstellvorrichtung 22, daß sie von außen bequem zugänglich ist. Das Spiel kann somit nicht nur handhabungsfreundlich eingestellt, sondern auch nachgestellt werden, was nach einer bestimmten Laufzeit und kaum zu vermeidendem Verschleiß durchgeführt wird.

Die Kontraktion bzw. Verformung des Zahnkranzes 15 soll möglichst im Sinne einer Parallelverschiebung der Innenverzahnung 14 zur Mittelachse 17 erfolgen, um den Verzahnungseingriff nicht zu beeinträchtigen. Vorzugsweise ist deshalb der Zahnkranz 15 dicker bemessen, als die zu seinen beiden Seiten insbesondere in gleicher Dicke vorhandenen Wandbereiche. Es ist auch vorteilhaft, zu beiden Seiten des Zahnkranzes 15 taillen-förmige Einschnürungen 36 der Umfangswand 16 vorzusehen. Die Einschnürungen 36 sollen vorzugsweise eine angemessene Länge aufweisen, so daß im Bereich der Einschnürungen 36 eine gewisse Biegung bei der Kontraktion des Zahnkranzes 15 einstellen kann. Auch die radiale Abstützung des Flansches 26 am axialen Flächenabschnitt des Gegenflansches 31 trägt dazu bei, ein definiertes Verformungsverhalten des Zahnkranzes 15 zu erreichen. Wie bereits beschrieben, können diese Verstellbewegungen sehr klein sein. Grundsätzlich ist zu bemerken, daß der Zahnkranz 15 nur so dick zu bemessen ist, daß er verformt bzw. kontrahiert werden kann.

Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, das außen verzahnte Sonnenrad 7 und/oder die außen verzahnten Planetenräder 12 jeweils als innenseitig kreisrunden, radial dehnbaren Zahnkranz auszubilden und in diesem Zahnkranz eine vorzugsweise durch einen dem vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel vergleichbaren Keil- bzw. Spannring gebildete Spreizvorrichtung für den Zahnkranz vorzusehen.

In solchen Fällen, in denen beim Zusammenziehen des Hohlrades 8 und/oder beim Spreizen des Sonnenrades 7 und/oder der Planetenräder 12 mit einer Verbiegung der Verzahnung (ballig oder konvex bzw. konkav) zu rechnen ist, ist es von Vorteil, die jeweilige Verzahnung (z. B. 10, 14) so konkav bzw. ballig oder konvex vorzufertigen, daß sie sich nach der Verbiegung gerade erstreckt (geradverzahnt).

Patentansprüche

1. Zahnradgetriebe (1) mit wenigstens zwei drehbar gelagerten, in Eingriff miteinander stehenden Zahnrädern (7, 12) mit Außenverzahnung, dadurch gekennzeichnet, daß eines oder beide Zahnräder (7, 12) jeweils einen die Außenverzahnung tragenden Zahnkranz mit einer in Umfangsrichtung runden, konzentrischen Innenwandung aufweist und im Zahnkranz eine an der Innenwandung angreifende Spreizvorrichtung angeordnet ist.

2. Zahnradgetriebe (1) mit wenigstens zwei drehbar gelagerten, in Eingriff miteinander stehenden Zahnrädern (8, 12), von denen das eine eine Außenverzahnung und das andere eine Innenverzahnung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Zahnrad (12) mit Außenverzahnung und/oder das Zahnrad (8) mit Innenverzahnung jeweils einen, die Verzahnung tragenden Zahnkranz (15) aufweisen, wobei

der Zahnkranz mit Außenverzahnung eine in Umfangsrichtung runde, konzentrische Innenwandung und der Zahnkranz (15) mit Innenverzahnung eine in Umfangsrichtung runde konzentrische Außenwandung (18) aufweisen, und daß im Zahnkranz mit der Außenverzahnung eine an dessen Innenwandung angreifende Spreizvorrichtung angeordnet ist und/oder auf dem Zahnkranz (15) mit der Innenverzahnung eine an seiner Außenwandung (18) angreifende Kontraktionsvorrichtung (13) angeordnet ist.

3. Zahnrad-Planetengetriebe (1) mit einem in einem Gehäuse (4) angeordneten, drehbar gelagerten Sonnenrad (7), einem im Gehäuse (4) koaxial zum Sonnenrad angeordneten, drehbar gelagerten Planetenradträger (9), an dem vorzugsweise mehrere, mit dem Sonnenrad (7) in Eingriff stehende Planetenräder (12) um zur Drehachse (17) des Sonnenrades (7) und des Planetenradträgers (12) parallele Drehachsen drehbar gelagert sind, und einem eine Innenverzahnung aufweisenden, das Sonnenrad (7) und die Planetenräder (12) umgebenden, koaxial zum Sonnenrad (7) angeordneten Hohlrad (8), mit dem die Planetenräder (12) auch in Eingriff stehen, dadurch gekennzeichnet, daß das Sonnenrad (7) und/oder die Planetenräder (12) jeweils einen die Außenverzahnung tragenden Zahnkranz mit einer in Umfangsrichtung runden, konzentrischen Innenwandung aufweisen und im Zahnkranz eine an der Innenwandung angreifende Spreizvorrichtung angeordnet ist, und/oder das Hohlrad (8) einen die Innenverzahnung tragenden Zahnkranz (15) mit einer in Umfangsrichtung runden, konzentrischen Außenwandung (18) aufweist und auf dem Zahnkranz (15) des Hohlrades (8) eine an der Außenwandung (18) angreifende Kontraktionsvorrichtung (13) angeordnet ist.

4. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenverzahnung der Zahnräder und/oder die Außenverzahnung des einen Zahnrades (12) und die Innenverzahnung des anderen Zahnrades (8) eine Geradverzahnung ist.

5. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenflächen der Außenverzahnung bzw. die Innenfläche der Innenverzahnung jeweils achsparallel zur Drehachse (17) des zugehörigen Zahnrades (7, 8, 12) ist.

6. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die auf den zugehörigen Zahnkranz (15) wirkende Kraft der Spreizvorrichtung und/oder Kontraktionsvorrichtung (13) stufenlos in Stufen oder stufenlos veränderlich ist.

7. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spreizvorrichtung einen Keilring mit einer konischen Außenmantelfläche aufweist, der durch eine Verstellvorrichtung axial gegen eine gegensätzlich konische Innenmantelfläche des Zahnrades (7, 12) spannbar ist.

8. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontraktionsvorrichtung (13) einen Keilring (19) mit einer konischen Innenmantelfläche (21) aufweist, der axial durch eine Verstellvorrichtung (22) gegen eine gegensätzlich konische Außenmantelfläche (18) des Zahnkranzes (15)

spannbar ist.

9. Zahnradgetriebe nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die konischen Innen- und Außenmantelflächen (18, 21) selbsthemmend sind und insbesondere der Konuswinkel weniger als 6° beträgt.

10. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Zahnkranz (15) des Hohlrades (8) am Gehäuse (4) des Stirnradgetriebes (1) angeordnet ist, vorzugsweise im mittleren Bereich der Umfangswand (16) des topfförmigen Gehäuses (4) insbesondere einteilig ausgebildet ist.

11. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zahnkranz (15) dicker bemessen ist als die sich axial an ihn anschließenden, vorzugsweise gleich dicken Wandungsbereiche.

12. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf wenigstens einer Seite des Zahnkranzes (15) ein taillierter Wandungsbereich (36) angeordnet ist.

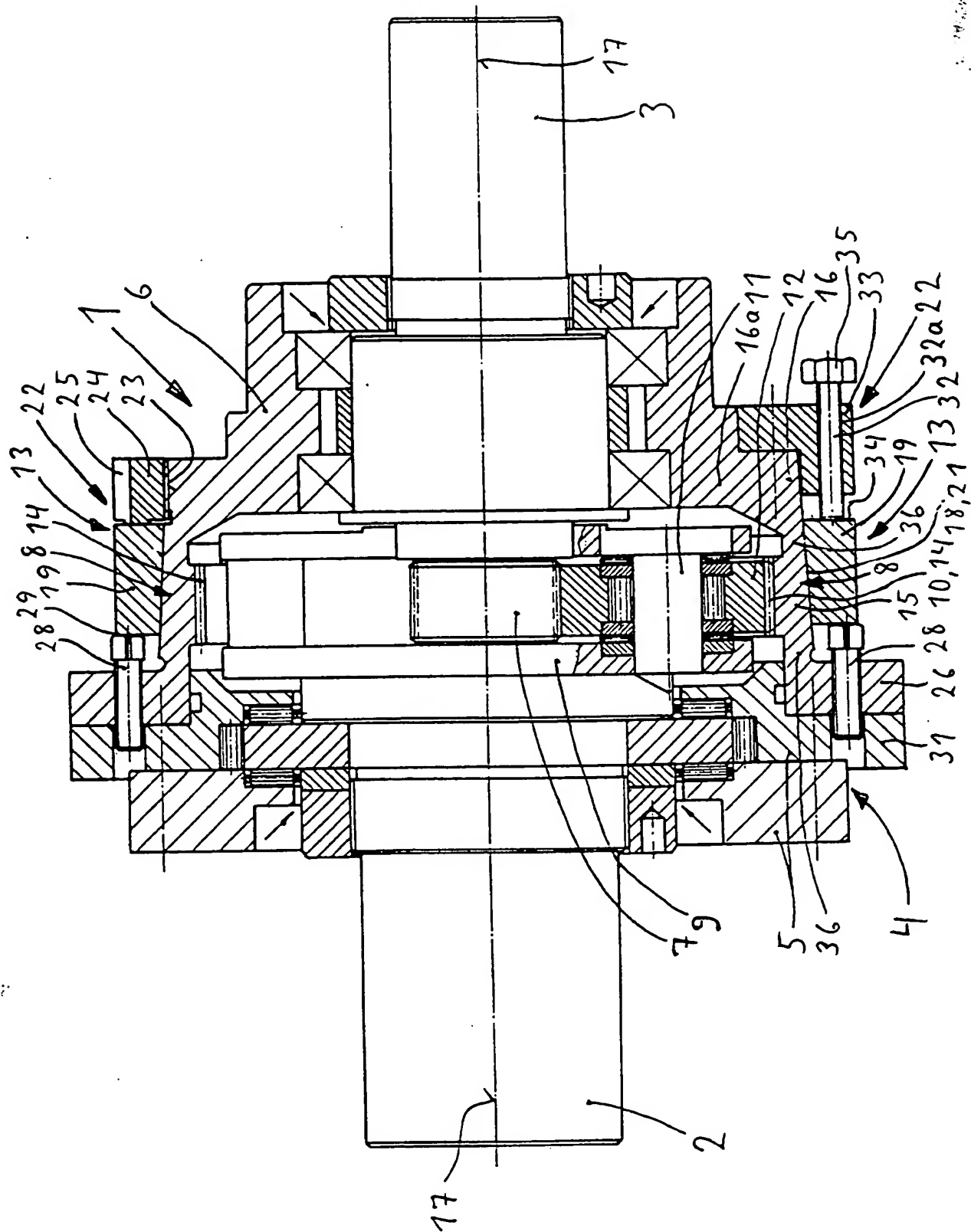
13. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die seitlich an dem Zahnkranz (15) anschließenden Wandungsbereiche mit radialen Wänden verbunden sind oder radiale Wände (16a, 26) sind, von denen vorzugsweise die auf der divergenten Seite der Konizität angeordnete Wand ein radial nach außen gerichteter Flansch (26) ist und die andere Wand (16a) radial nach innen gerichtet ist.

14. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Keilring (19) durch eine Schraubmutter (24) verstellbar ist, die vorzugsweise auf einen Außengewindeabschnitt (23) des Gehäuses (4) schraubbar ist.

15. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Keilring (19) durch mehrere, auf einem Teilkreis verteilt angeordnete Verstellerschrauben (32) verstellbar ist, die rückseitig gegen den Keilring (19) wirken und das Gehäuse (4) oder einen daran angeschraubten Flansch (33) in Gewindelöchern durchfassen.

16. Zahnradgetriebe nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der Frontseite des Keilrings (19) auf einem Teilkreis verteilt angeordnete Druckschrauben (28) axial verstellbar angeordnet sind, die gegen die Frontseite (29) des Keilrings (19) schraubbar sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.